

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 38 24 467 A 1**

⑥① Int. Cl. 5:  
**F 02 M 63/02**  
F 02 M 61/18

⑳ Aktenzeichen: P 38 24 467.5  
㉑ Anmeldetag: 19. 7. 88  
㉒ Offenlegungstag: 25. 1. 90

*Behördensigntum*

DE 38 24 467 A 1

Best Available Copy

㉓ Anmelder:  
MAN B & W Diesel AG, 8900 Augsburg, DE

㉔ Erfinder:  
Gentscheff, Jordan, Dipl.-Ing., 8900 Augsburg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Einspritzventil

Ein Einspritzventil ist mit zwei Reihen von Düsenöffnungen versehen, die von zwei unabhängig voneinander und unabhängig vom Brennstoffdruck betätigbaren, federbelasteten Schließelementen auf- und zugesteuert werden. In Verbindung mit einer bekannten, über verdrehbare Schrägkanten steuerbaren Brennstoffeinspritzpumpe ist mit dem erfindungsgemäßen Einspritzventil eine Zeit- und Mengensteuerung in einem weiten Bereich möglich.

DE 38 24 467 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Einspritzventil für die Einspritzung von Brennstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine über zwei Reihen von Einspritzöffnungen die mittels zweier jeweils unter der Wirkung mindestens einer Druckfeder stehender und durch Beaufschlagung mit einem Druckfluid bewegbarer Schließelemente getrennt auf- und zusteuerbar sind.

Ein solches Einspritzventil ist aus der DE-OS 27 11 393 bekannt. Bei einer dort in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform steuern zwei konzentrisch zueinander angeordnete Schließelemente getrennt voneinander zwei Reihen von Einspritzöffnungen. Dabei werden beide Schließelemente in Schließrichtung von jeweils einer Druckfeder und in Öffnungsrichtung vom Brennstoffdruck beaufschlagt. Über eine mit einer Quelle geregelten Drucks verbundene Leitung ist darüber hinaus zusätzlich eine Beaufschlagung des äußeren, hülsenförmigen Schließelements in Schließrichtung möglich. Nachteilig bei der dort gezeigten Anordnung ist, daß diese zusätzliche Beaufschlagung zwangsläufig mit einer gleichzeitigen Beaufschlagung des inneren Schließelements in Öffnungsrichtung verbunden ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Einspritzventil derart weiterzuentwickeln, daß eine Zeit- und Mengensteuerung unabhängig vom Einspritzdruck in einem weiten Bereich ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß jedes Schließelement unabhängig vom anderen mittels eines vom Brennstoffdruck unabhängigen Steuerfluids betätigbar ist.

Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht, die für Teillastbetrieb erforderliche Brennstoffmenge nur über einen Teil der Einspritzöffnungen dem Verbrennungsraum zuzuführen. Durch den verminderten Querschnitt kann der Druck dabei auf einem für eine gute Zerstäubung und somit rußarme Verbrennung erforderlichen höheren Niveau gehalten werden. In Verbindung mit der bekannten Schrägkantensteuerung an der Brennstoffeinspritzpumpe wird mit der vom Brennstoffdruck und voneinander unabhängigen Ansteuerung der beiden Schließelemente eine Zeit- und Mengensteuerung innerhalb eines breiten Kennfeldes möglich.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Nachfolgend sind zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen dargestellt. Dabei zeigt:

Fig. 1 und 1a ein Einspritzventil mit koaxialer Anordnung zweier Schließelemente in Grundstellung,

Fig. 2 ein Einspritzventil gemäß Fig. 1 bei Öffnung beider Schließelemente,

Fig. 3 ein Einspritzventil gemäß Fig. 1 bei Beaufschlagung des inneren Schließelements mit einem Steuerfluid,

Fig. 4 ein Einspritzventil gemäß Fig. 3 bei Öffnung des äußeren Schließelements,

Fig. 5 ein Einspritzventil gemäß Fig. 1 bei Beaufschlagung beider Schließelemente mit einem Steuerfluid,

Fig. 6 ein Einspritzventil gemäß Fig. 5 bei Öffnung des äußeren Schließelements,

Fig. 7 ein Einspritzventil gemäß Fig. 1 bei Beaufschlagung des äußeren Schließelements mit einem Steuerfluid und Öffnung beider Schließelemente,

Fig. 8 eine Anordnung mit zwei nebeneinander angeordneten Schließelementen, bei Beaufschlagung eines

Schließelementes mit einem Steuerfluid,

Fig. 9 eine Anordnung gemäß Fig. 8 bei Öffnung beider Schließelemente,

Fig. 10 ein Druckdiagramm zur Veranschaulichung der verschiedenen Einspritzmöglichkeiten.

In der Fig. 1 bis 7 ist ein aus einem Ventilkopf 1 und einem Ventilkörper 2 gebildetes Einspritzventil dargestellt, das zur Einspritzung von Brennstoff in den Brennraum einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine dient. Ventilkopf 1 und Ventilkörper 2 sind in einem Flansch 3 miteinander verbunden.

Der Ventilkopf 1 ist so im Zylinderkopf der Brennkraftmaschine angeordnet, daß ein an seinem unteren Ende angeordneter halbkugeligter Ansatz 4 in den Brennraum hineinragt. In den Ventilkopf 1 ist vom rückwärtigen Ende her zentrisch eine Sacklochbohrung eingebracht, deren unteres Ende in den Ansatz 4 hineinragt und dort einen Sacklochraum 5 bildet. Vom Sacklochraum 5 aus durchdringen erste Düsenöffnungen 6 unter einem Neigungswinkel zur Längsachse des Einspritzventils den Ansatz 4 und münden in den Brennraum ein.

Der Sacklochraum 5 erweitert sich an seinem rückwärtigen Ende über eine erste hohlkegelige Sitzfläche 8 zu einem ersten zylindrischen Raum 9. Von diesem zylindrischen Raum 9 aus verläuft ein koaxial zum Ring von ersten Düsenöffnungen 6 angeordnetes Bündel von zweiten Düsenöffnungen 7 zum Ansatz 4 und mündet dort oberhalb der ersten Düsenöffnungen in den Brennraum aus. Der erste zylindrische Raum 9 hat nur eine geringe axiale Ausdehnung und erweitert sich dann nach oben über eine zweite hohlkegelige Sitzfläche 10 in einen zweiten zylindrischen Raum 11.

Der zweite zylindrische Raum 11 erweitert sich nach oben zu einem Raum 12 mit halbkugeliger seitlicher Begrenzungswand. In diesen Raum 12 mündet eine den Ventilkopf 1 und den Ventilkörper 2 gleichermaßen durchdringende Brennstoffzufuhrleitung 13 ein, deren anderes Ende mit einer nicht dargestellten Brennstoffeinspritzpumpe in Verbindung steht. Die Brennstoffeinspritzpumpe ist in bekannter Weise durch Verdrehung des Pumpenstempels und zwei an dessen Mantelfläche angeordnete Schrägkanten hinsichtlich ihrer Fördermenge je Hub steuerbar.

Der Raum 12 verengt sich nach oben hin zu einer zylindrischen Führungsbohrung 14, die sich im oberen Ende des Ventilkopfes 1 zu einem dritten zylindrischen Raum 15 erweitert.

In den Ventilkopf 1 ist ein erstes Schließelement 16 eingesetzt, das als Hohnadel ausgebildet ist. An seiner unteren Stirnfläche weist es eine kegelige Dichtfläche 17 auf, die so ausgebildet ist, daß sie bei Anliegen an der kegeligen Sitzfläche 10 den Durchtritt von Brennstoff zwischen zweitem zylindrischem Raum 11 und erstem zylindrischem Raum 9 verhindert.

Das erste Schließelement 16 ist in seinem Außendurchmesser etwas größer als der Außendurchmesser der Sitzfläche 10, sodaß ein Teil der Dichtfläche 17 eine über die Sitzfläche 10 frei hinausragende ringförmige Schulter 18 bildet. Der Außendurchmesser des ersten Schließelementes 16 ist darüberhinaus so gewählt, daß dieses mit engem radialem Spiel in der Führungsbohrung 14 des Ventilkopfes 1 axial beweglich ist. An seinem rückwärtigen Ende weist das erste Schließelement 16 einen zylindrischen Ansatz 19 auf, dessen Durchmesser etwas kleiner ist als der des zylindrischen Raumes 15 und dessen axiale Ausdehnung ebenfalls geringer ist als die axiale Länge des Raumes 15.

Im Ventilkörper 2 sind von seiner Unterseite her drei

koaxial ineinander verlaufende sich stufenartig verengende Bohrungen 20, 21, 22 angeordnet. Die Bohrung 20 mit dem größten Durchmesser hat eine geringe axiale Ausdehnung und dient zur Aufnahme eines zylindrischen Bundes 23, der an der Unterseite einer Buchse 24 angeformt ist. Die Buchse 24, deren Außendurchmesser der der zweiten Bohrung 21 entspricht, erstreckt sich in axialer Richtung über einen erheblichen Teil derselben.

Im oberen Teil der zweiten Bohrung 21 ist ein erster Druckkolben 25 mit engem radialem Spiel axial beweglich angeordnet. Der Weg des ersten Druckkolbens 25 wird nach unten hin von der oberen Stirnfläche der Buchse 24 begrenzt. Die untere Stirnfläche am Bund 23 der Buchse 24 bildet zudem eine Begrenzung für die Bewegung des ersten Schließelements 16 nach oben.

Zwischen der Unterseite des ersten Druckkolbens 25 und der Stirnfläche des zylindrischen Ansatzes 19 am ersten Schließelement 16 ist eine Schließfeder 26 angeordnet, die außen von der Innenseite der Buchse 24 umgeben und geführt ist. Die axiale Länge der Schließfeder 26 ist so bemessen, daß diese beim Zusammenbau des Ventilkörpers 2 mit dem Ventilkopf 1 vorgespannt wird und dadurch die Dichtfläche 17 des ersten Schließelements 16 mit einer Kraft  $F_1$  gegen die Sitzfläche 10 gedrückt wird.

Oberhalb des ersten Druckkolbens 25 ist im Ventilkörper 2 ausgehend von der Stirnfläche der zweiten Bohrung 21 eine erste Druckfluidbohrung 27 außermittig angeordnet, deren oberes Ende mit einer nur schematisch angedeuteten ersten Druckfluidleitung 28 verbunden ist.

Der erste Druckkolben 25 weist in seinem Inneren eine von oben her eingebrachte zylindrische Bohrung 29 auf. Koaxial zu dieser ist eine im Durchmesser kleinere Durchgangsbohrung 30 angeordnet, die die Unterseite des ersten Druckkolbens 25 zentrisch durchdringt. Die Bohrung 29 bildet gemeinsam mit der dritten Bohrung 22 im Ventilkörper 2 einen Arbeitsraum für einen zweiten Druckkolben 31, der in ihnen mit engem radialem Spiel axial beweglich angeordnet ist. Der zweite Druckkolben 31 ist an seiner Unterseite mit einer Stange 32 verbunden, die die Durchgangsbohrung 30 durchdringt, durch die erste Schließfeder 26 hindurchgeführt ist und an ihrer Unterseite mit einem zweiten Schließelement 33 verbunden ist.

Das zweite Schließelement 33 ist in der inneren Bohrung des ersten Schließelements 16 geführt und weist an seiner unteren Stirnseite eine kegelige Dichtfläche 34 auf, die bei Anliegen an der Sitzfläche 8 den Durchtritt von Brennstoff vom zylindrischen Raum 9 zum Sacklochraum 5 verhindert.

In der Bohrung 29 ist unterhalb des zweiten Druckkolbens 31 eine die Stange 32 umgebende Feder 35 angeordnet. Diese stützt sich auf der unteren Stirnfläche der Bohrung 29 ab und drückt den zweiten Druckkolben 31 mit einer Kraft  $F_2$  nach oben, wodurch das zweite Schließelement 33 in Grundstellung über die Stange 32 von der Sitzfläche 8 abgehoben ist.

Oberhalb des zweiten Druckkolbens 31 ist im Ventilkörper 2 ausgehend von der Stirnfläche der dritten Bohrung 21 eine zweite Druckfluidbohrung 36 angeordnet. Diese steht an ihrem oberen Ende mit einer nur schematisch angedeuteten zweiten Druckfluidleitung 37 in Verbindung.

Die erste Druckfluidleitung 28 und die zweite Druckfluidleitung 37 stehen jeweils mit einem Anschluß eines 3/2-Wegeventils 38 bzw. 39 in Verbindung. Die 3/2-Wegeventile 38, 39 weisen als weitere Anschlüsse je eine

von einer Pumpe 40 abzweigende Leitung 41 bzw. 42 sowie eine drucklose Rückflußleitung 43 bzw. 44 auf, die mit einem gestrichelt angedeuteten, strömungsmäßig vor der Pumpe 40 angeordneten Sammelbehälter 45 verbunden sind.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird die Pumpe 40 von der Schmierölpumpe der Brennkraftmaschine gebildet. Die Leitungen 41, 42 zweigen dann entsprechend von einer Schmieröldruckleitung ab und die Rückflußleitungen 43, 44 münden in einen Schmierölsammelbehälter ein.

Die 3/2-Wegeventile 38, 39 werden von der ihnen zugeordneten Stellvorrichtung, die beispielsweise von einem Elektromagneten und einer Rückstellfeder gebildet wird, in zwei verschiedene Schaltstellungen gebracht. In der in Fig. 1 und 2 gezeigten Schaltstellung sind die druckölführenden Leitungen 41, 42 gesperrt und die erste und zweite Druckfluidleitung 28 bzw. 37 ist jeweils mit einer Rückflußleitung 44 bzw. 43 verbunden. In der anderen Schaltstellung — wie z.B. in Fig. 5 dargestellt — sind die druckführenden Leitungen 41, 42 jeweils mit einer der Druckfluidleitungen 37, 28 verbunden, wohingegen die Rückflußleitungen 43, 44 gesperrt sind.

Die Stellelemente der beiden 3/2-Wegeventile 38, 39 sind durch Signalleitungen 46, 47 mit einem Geber 48 verbunden, der in Abhängigkeit von wenigstens einem den Betriebszustand der Brennkraftmaschine charakterisierenden Parameter Stellbefehle für die Umschaltung der 3/2-Wegeventile 38, 39 erzeugt. Als Parameter kommen hier z.B. die Drehzahl, die Leistung, die Füllvorgabe oder der Ladedruck in Frage.

Nachfolgend wird die Funktion eines erfindungsgemäßigen Einspritzventils ausgehend vom in Fig. 1 dargestellten Zustand beschrieben. In Fig. 1 steht in der Brennstoffzufuhrleitung 13 kein Druck oder nur ein geringer Restdruck an; das erste Schließelement 16 wird durch die Feder 26 mit seiner Dichtfläche 17 gegen die Sitzfläche 8 gedrückt, erste und zweite Druckfluidleitung 28 bzw. 37 sind entlastet, der zweite Druckkolben ist von der Feder 35 angehoben und somit auch das zweite Schließelement 33 von seiner Sitzfläche 8.

In Fig. 2 ist durch die Brennstoffpumpe in der Brennstoffzufuhrleitung 13 und den mit ihr verbundenen Räumen 12 und 11 ein solcher Druck erzeugt worden, daß dieser multipliziert mit der Kreisringfläche der Schulter 18 eine Kraft ergibt, die die Vorspannkraft  $F_1$  der Schließfeder 26 übersteigt. Das erste Schließelement 16 wird von der Sitzfläche 10 abgehoben und gibt den vollen Einspritzquerschnitt beider Reihen von Düsenöffnungen 6, 7 frei. Fällt die vom Druck in der Brennstoffzufuhrleitung an der Schulter 18 erzeugte Kraft wieder unter die Schließkraft der Feder 26, so wird schlagartig der gesamte Einspritzquerschnitt wieder verschlossen.

In Fig. 3 ist der zweite Druckkolben 31 über die zweite Druckfluidleitung 37 und das 3/2-Wegeventil 39 mit der druckführenden Leitung 41 verbunden. Dadurch wird das zweite Schließelement 33 mit seiner Dichtfläche 34 gegen die Sitzfläche 8 gedrückt. Wenn nun — wie aus Fig. 4 ersichtlich — in der Brennstoffzufuhrleitung 13 ein zum Abheben des ersten Schließelements 16 ausreichender Druck aufgebaut wird, so wird nach Abheben desselben nur über die zweiten Düsenöffnungen 7 Brennstoff in den Brennraum eingespritzt. Durch den verminderten Querschnitt wird eine bestimmte Einspritzmenge unter höherem Druck und mit höherer Geschwindigkeit in den Brennraum gespritzt.

In Fig. 5 ist der erste Druckkolben 25 über die erste

Druckfluidleitung 28 und das 3/2-Wegeventil 38 an die druckführende Leitung 42 angeschlossen. Wenn die als Produkt aus diesem Hilfsfluiddruck und der kreisringförmigen oberen Stirnfläche des ersten Druckkolbens 25 erzeugte Kraft die Vorspannkraft der Feder 26 übersteigt, so wird diese weiter zusammengedrückt und dadurch ihre Vorspannkraft erhöht. Wenn nun — wie in Fig. 6 gezeigt — in der Brennstoffzufuhrleitung 13 und in den Räumen 12 und 11 durch die Brennstoffpumpe ein Druck aufgebaut wird, so muß dieser zum Anheben des ersten Schließelements 16 aufgrund der erhöhten Vorspannkraft der Feder 26 größer sein als bei den vorstehenden Beispielen. Bei geschlossenem zweitem Schließelement 33 wird nur über den Teilquerschnitt der Düsenöffnungen 7 Brennstoff unter erhöhtem Druck eingespritzt.

In Fig. 7 ist der zweite Druckkolben 31 über die Druckfluidleitung 37 und das 3/2-Wegeventil 39 an die Rückflußleitung 43 angeschlossen. Durch das angehobene zweite Schließelement 33 werden gegenüber dem Beispiel gemäß Fig. 6 zusätzlich die ersten Düsenöffnungen 6 freigegeben, d.h. es wird auf einem gegenüber der Fig. 2 erhöhten Druckniveau über den vollen Querschnitt beider Reihen von Düsenöffnungen eingespritzt.

In Fig. 8 und 9 ist eine zweite Variante des Erfindungsgegenstandes dargestellt, bei der die Schließelemente nicht mehr coaxial, sondern in zwei separaten, nebeneinander im gleichen Zylinderkopf angeordneten Einspritzventilen 50, 150 angeordnet sind. Da beide Einspritzventile 50, 150 in ihrem Aufbau identisch sind, soll hier nur eines von beiden beschrieben werden. Beim zweiten Einspritzventil 150 wurden zur Vereinfachung die Bezugswerte gleicher Teile um 100 erhöht.

Das erste Einspritzventil 50 ist aus einem Ventilkopf 51 und einem Ventilkörper 52 in einem Flansch 53 zusammengefügt. Der Ventilkopf 51 weist an seinem unteren, in den Brennraum einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine eintauchenden Ende einen halbkugeligen Ansatz 54 auf. Vom rückwärtigen Ende des Ventilkopfes 1 her sind in den Ventilkopf drei coaxial zueinander und zur Ventilachse liegende Bohrungen eingebracht. Die erste Bohrung 55 mit dem kleinsten Durchmesser reicht bis in den halbkugeligen Ansatz 54 hinein und bildet dort einen Sacklohraum 56. Von diesem Ansatz 54 aus durchdringen eine Reihe von ringförmig coaxial zur Ventilachse unter einem Neigungswinkel zu jener angeordnete Düsenöffnungen 57 den Ansatz 54 und münden in den Brennraum ein. Die zweite Bohrung durchbricht als Führungsbohrung 58 zur Aufnahme eines in ihr mit engem radialem Spiel axial beweglichen Schließelements 59 den Mittelteil des Ventilkopfes 51. Am rückwärtigen Ende des Ventilkopfes 51 bildet eine dritte Bohrung 60 einen zylindrischen Raum zur Aufnahme eines am Ende des Schließelements 9 befindlichen zylindrischen Ansatzes 61.

Zwischen Sacklohraum 56 und Führungsbohrung 58 ist eine im unteren Teil zylindrische im oberen Teil von hohlkugeligen Seitenwänden begrenzte Ausdehnung vorgesehen, die mit dem hindurchgeführten Schließelement 59 einen Ringraum 62 bildet. In diesen Ringraum 62 mündet eine den Ventilkörper 52 und den Ventilkopf 51 von oben her durchdringende Brennstoffzufuhrleitung 63 ein. Der Übergang von der unteren Stirnseite des Ringraumes 62 zum Sacklohraum 56 ist als hohlkegelförmige Sitzfläche 64 ausgebildet. Am vorderen Ende des Schließelements 59 ist eine zur Sitzfläche 64 passende kegelige Dichtfläche 65 vorgesehen. Bei Anliegen der Dichtfläche 65 an der Sitzfläche 64 wird ein Durch-

treten von Brennstoff vom Ringraum 62 zum Sacklohraum 56 wirksam verhindert. Die kegelige Dichtfläche 65 am Schließelement 59 ragt mit einem als Schulter 66 bezeichneten Teil über die Sitzfläche 64 hinaus in den Ringraum 62 hinein. Die von der Unterseite der Schulter 66 in axialer Projektion gebildete Kreisringfläche bildet multipliziert mit dem im Ringraum 62 anstehenden jeweiligen Brennstoffdruck eine in Öffnungsrichtung des Schließelements 59 wirksame Kraft.

In den Ventilkörper 52 ist von der dem Flansch 53 zugewandten Unterseite eine zylindrische Sack-Bohrung 67 eingebracht. In dieser Bohrung 67 ist im oberen Teil ein Druckkolben 68 angeordnet, an dem nach unten hin eine Stange 69 befestigt ist. Unterhalb des Druckkolbens 68 ist eine die Stange 69 umgebende Druckfeder 70 angeordnet, die sich mit ihrer Oberseite an der Unterseite des Druckkolbens 68 und mit ihrer Unterseite auf einem Federteller 71 abstützt. Der Federteller 71 umgibt als Ringscheibe die Stange 69 in ihrem unteren Teil und stützt sich mit seiner Unterseite am rückwärtigen Ende des zylindrischen Ansatzes 61 des Schließelements 59 ab.

Die Druckfeder 70 ist beim Zusammenbau von Ventilkörper 52 und Ventilkopf 51 auf einen bestimmten Wert vorgespannt, um die Dichtfläche 65 des Schließelements 59 in Grundstellung mit einer genau definierten Schließkraft gegen die Sitzfläche 64 zu drücken.

Oberhalb des Druckkolbens 68 zweigt von der Stirnseite der Bohrung 67 eine im Durchmesser wesentlich kleinere Druckfluidbohrung 72 ab. Diese durchdringt den oberen Teil des Ventilkörpers 52 und mündet an dessen Oberseite in eine Druckfluidleitung 73 ein. Die Druckfluidleitung 73 bildet mit ihrem anderen Ende einen von drei Anschlüssen eines 3/2-Wegeventils 74. Den zweiten Anschluß bildet eine druckführende Leitung 75, die von einer Pumpe 76 ständig mit einem Hilfsfluid versorgt wird. Den dritten Anschluß des 3/2-Wegeventils 74 bildet eine Rückflußleitung 77, die zu einem auf der Saugseite der Pumpe 76 angeordneten Sammelbehälter 78 führt. Das 3/2-Wegeventil 74 kann durch eine Stellvorrichtung 79 in zwei verschiedene Schaltstellungen gebracht werden: eine erste, bei der — wie in Fig. 8 dargestellt — die Druckfluidleitung 73 mit der Rückflußleitung 77 verbunden und die Leitung 75 versperrt ist und eine zweite, bei der die Druckfluidleitung 73 mit der druckführenden Leitung 75 verbunden und die Rückflußleitung 77 versperrt ist. Die Stellvorrichtung 79 die beispielsweise aus einem Elektromagneten und einer Rückstellfeder besteht, erhält die für eine Umschaltung zwischen den jeweiligen Schaltstellungen erforderlichen Signale von einem Geber 80, der diese vorzugsweise in Abhängigkeit von mindestens einem den Betriebszustand der Brennkraftmaschine charakterisierenden Parameter errechnet. Ein solcher Parameter kann die Drehzahl, der Ladeluftdruck oder die Füllungsabgabe sein.

Die Funktion der beiden Einspritzventile 50, 150 gleicht der des ersten Ausführungsbeispiels. Es ergeben sich dabei folgende Einspritzvarianten:

- a) Druckfluidleitung 73 entlastet, Druckfluidleitung 173 entlastet; Einspritzung über Ventil 50, wenn Brennstoffdruck multipliziert mit Ringfläche der Schulter 66 größer als Schließkraft der Feder 70; zusätzlich Einspritzung über Ventil 150, wenn Brennstoffdruck multipliziert mit Ringfläche der Schulter 166 größer als Schließkraft der Feder 170.
- b) Druckfluidleitung 73 mit druckführender Lei-

tung 75 verbunden, somit Schließelement 59 zusätzlich durch eine Kraft entsprechend dem Hilfsdruck multipliziert mit der Fläche des Druckkolbens 68 in Schließrichtung beaufschlagt, Einspritzung durch Düsenöffnungen 57 erst bei entsprechend höherem Druck, eventuell zusätzliche Einspritzung über Ventil 150.

c) Druckfluidleitung 173 mit druckführender Leitung 175 verbunden, Schließelement 179 zusätzlich in Schließrichtung beaufschlagt, Einspritzung durch Düsenöffnungen 157 erst bei entsprechend höherem Druck, je nach Stellung des 3/2-Wegeventils 74 mit oder ohne eine überlagerte Einspritzung durch das Ventil 50.

Während der über die Druckfluidleitungen 28, 37, 73, 173 den Druckkolben 25, 31, 68, 168 zugeführte Druck bislang als konstant angenommen wurde, ist in Fig. 9 eine zusätzliche Weiterentwicklung des Erfindungsgegenstandes offenbart, bei der dieser Druck variiert werden kann. Hierzu sind zwischen den 3/2-Wegeventilen 74, 174 und den Einspritzventilen 50, 150 in die Druckfluidleitungen 73, 173 regelbare Drosseln 81, 181 eingebaut, deren Querschnitte in Abhängigkeit von wenigstens einem den Betriebszustand der Brennkraftmaschine charakterisierenden Parameter — wie beispielsweise Drehzahl, Ladeluftdruck oder Füllungsvorgabe — durch einen vom Geber 80 ansteuerbaren Stellmotor 82, 182 veränderbar sind. Die Stangen 69, 169, die den Anschlag für die Schließelemente 59, 159 bilden, sind bei dieser Variante entsprechend verkürzt, damit der variable Druck an der Oberseite der Druckkolben 68, 168 die Druckfedern 70, 170 auf einem längeren als dem dargestellten Weg komprimieren und somit eine erhöhte Vorspannkraft derselben erzeugen kann.

Eine solche Anordnung mit zusätzlich den Öffnungsdruck der Schließelemente beeinflussenden Drosseln ist selbstverständlich auch beim ersten Ausführungsbeispiel mit koaxial angeordneten Schließelementen anwendbar.

Beim zweiten Ausführungsbeispiel sind die Ringflächen an den Schultern 66, 166 der Schließelemente 59, 159 auf die Druckfedern 70, 170 so abgestimmt, daß die Schließelemente 59, 159 vorzugsweise bei einem unterschiedlichen Brennstoffdruck vom Sitz abheben.

Im Druckdiagramm der Fig. 10 ist als Ordinatenwert der von der Brennstoffeinspritzpumpe erzeugte, im Raum vor den Schließelementen anstehende Druck  $p$  über der Zeit  $t$  aufgetragen. Mit  $y_1$  ist eine Druckkurve bezeichnet, wie sie bei einer in bekannter Weise von einem Nocken über einen Rollenstoßel angetriebenen Kolbenpumpe entsteht. Mit  $a$  ist ein auf dieser Kurve liegender Punkt bezeichnet, bei dem das erste Schließelement 16 bzw. 59 aufgrund der Vorspannkraft der Schließfeder 26 bzw. 70 öffnet, ohne daß der Druckkolben 31 bzw. 68 zusätzlich von einem Hilfsfluiddruck beaufschlagt wird.

Mit  $b$  ist ein auf dieser Kurve liegender Punkt bezeichnet, bei dem das erste Schließelement 16 bzw. 59 öffnet, wenn der Druckkolben 31 bzw. 68 zusätzlich mit dem vollen Hilfsfluiddruck beaufschlagt wird.

Die zwischen  $a$  und  $b$  liegenden Punkte  $a_1$  bis  $a_4$  bezeichnen den Öffnungsdruck des ersten Schließelementes 16 bzw. 59, wenn der Druckkolben 31 bzw. 68 von einem durch ein Drosselventil begrenzten, unterhalb des vollen Hilfsfluiddrucks liegenden Druck beaufschlagt wird.

Durch eine Verdrehung der Steuerkanten an der

Brennstoffeinspritzpumpe oder durch eine Verdrehung des Fördernockens kann der Druckaufbau entsprechend einer zur Kurve  $y_1$  parallelen Kurve  $y_0$  früher oder entsprechend einer zur Kurve  $y_1$  parallelen Kurve  $y_2$  später erfolgen. Dabei wandert der Punkt  $a$  als frühestmöglicher Einspritzbeginn waagrecht nach links als Punkt  $f$  auf die Kurve  $y_0$  oder nach rechts als Punkt  $e$  auf die Kurve  $y_2$ . Der Punkt  $b$ , der den Einspritzbeginn auf dem größtmöglichen Druckniveau kennzeichnet, wandert dabei als Punkt  $c$  waagrecht nach links auf die Kurve  $y_0$  oder waagrecht als Punkt  $d$  nach rechts auf die Kurve  $y_2$ . Alle Punkte innerhalb des durch die Punkte  $f$ ,  $e$ ,  $d$ ,  $c$  begrenzten Feldes stellen, sowohl was das Druckniveau als auch den Zeitpunkt anbelangt, mögliche Alternativen für den Einspritzbeginn dar. Die Einspritzmenge kann durch die Größe des bei einem bestimmten Druckniveau geöffneten Einspritzquerschnittes beeinflußt werden.

Durch entsprechende Aufteilung der Querschnitte der Düsenöffnungen beider Lochreihen kann eine Optimierung der Einspritzmenge in bevorzugten Lastbereichen erreicht werden.

Als weitere Variationsmöglichkeit soll abschließend noch ein Einsatz von zwei nebeneinander in jedem Zylinderkopf angeordneten Einspritzventilen mit jeweils zwei Schließelementen erwähnt werden.

Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit den maximalen Einspritzquerschnitt je Zylinder bei vier unabhängig vom Brennstoffdruck steuerbaren Schließelementen auf vier registerartig abgestufte Teilquerschnitte zu verteilen.

#### Patentansprüche

1. Einspritzventil für die Einspritzung von Brennstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine über zwei Reihen von Einspritzöffnungen, die mittels zweier jeweils unter der Wirkung mindestens einer Druckfeder stehender und durch Beaufschlagung mit einem Druckfluid bewegbarer Schließelemente getrennt auf- und zusteuerbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Schließelement (16, 33; 58, 158) unabhängig vom andern mittels eines vom Brennstoffdruck unabhängigen Steuerfluiddrucks betätigbar ist.
2. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beide Schließelemente (16, 33) konzentrisch zueinander angeordnet sind.
3. Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der ein Druckfluid führenden Leitungen (41, 42; 75, 175) mit einem Schmierölversorgungssystem der Brennkraftmaschine verbunden ist.
4. Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in beide Druckfluidleitungen ein 3/2-Wegeventil (38, 39; 74, 174) eingeschaltet ist, das in seiner ersten Schaltstellung eine Zuleitung (28, 37, 73, 173) zu einem Arbeitsraum an einem der Schließelemente mit einer druckführenden Leitung (41, 42; 75, 175) verbindet und in seiner zweiten Schaltstellung diese nunmehr als Rücklaufleitung dienende Zuleitung mit einem drucklosen Sammelbehälter (45; 77) verbindet.
5. Einspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltung der 3/2-Wegeventile (38, 39; 74, 174) in Abhängigkeit von mindestens einem die Leistung der Brennkraftmaschine kenn-

zeichnenden Motorparameter erfolgt.  
6. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 4 oder  
5, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zuleitung  
(73, 173) zwischen 3/2-Wegeventil 74, 174 und Ven-  
tilkörper (52, 152) eine Drossel (81, 181) mit verän- 5  
derbarem Querschnitt angeordnet ist.  
7. Einspritzventil nach Anspruch 6, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß der Querschnitt der Drosseln  
(81, 181) durch einen von einem Geber (80) ange-  
steuerten Stellmotor (82, 182) in Abhängigkeit von 10  
mindestens einem den Betriebszustand der Brenn-  
kraftmaschine charakterisierenden Parameter ein-  
stellbar ist.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

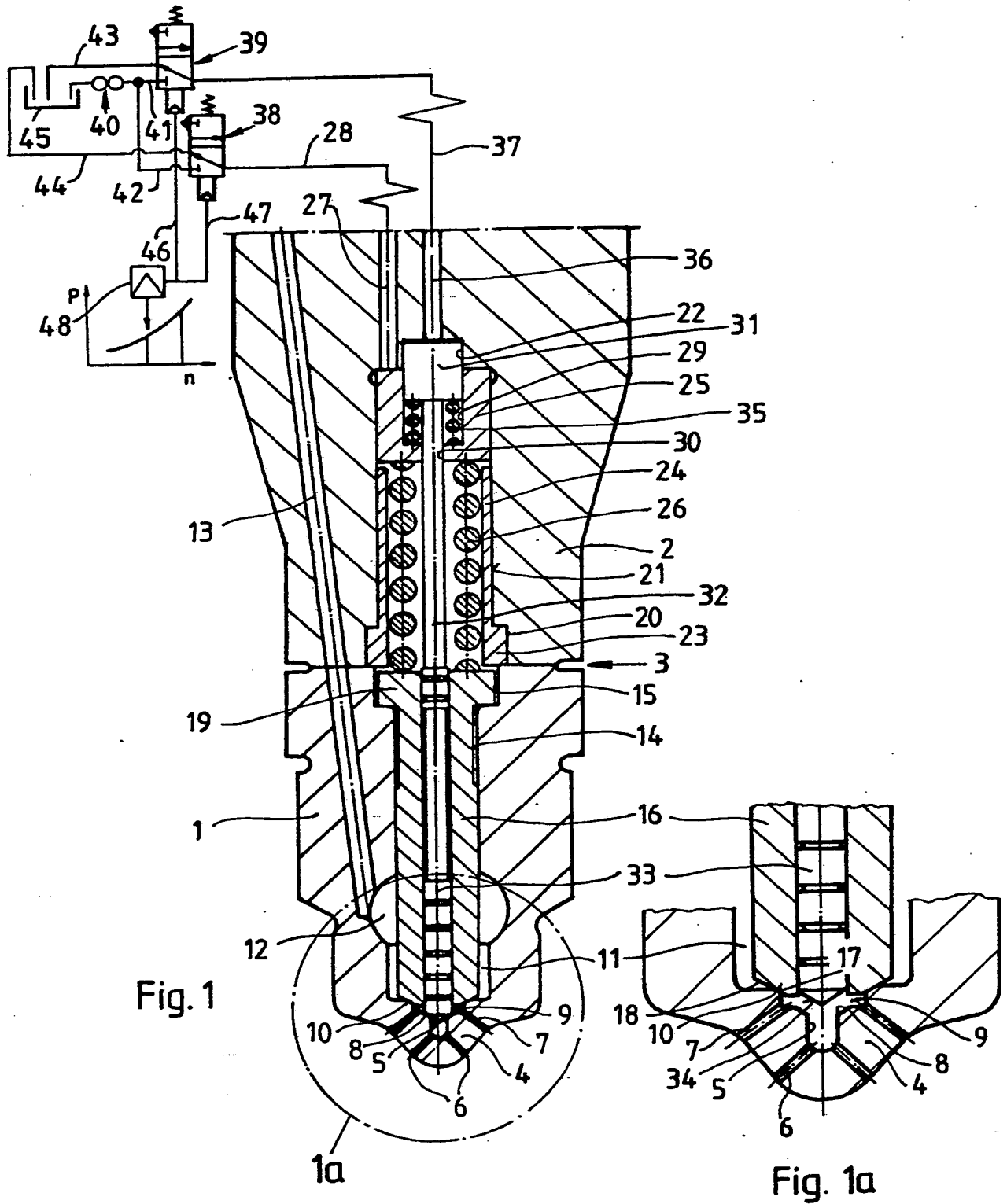
45

50

55

60

65



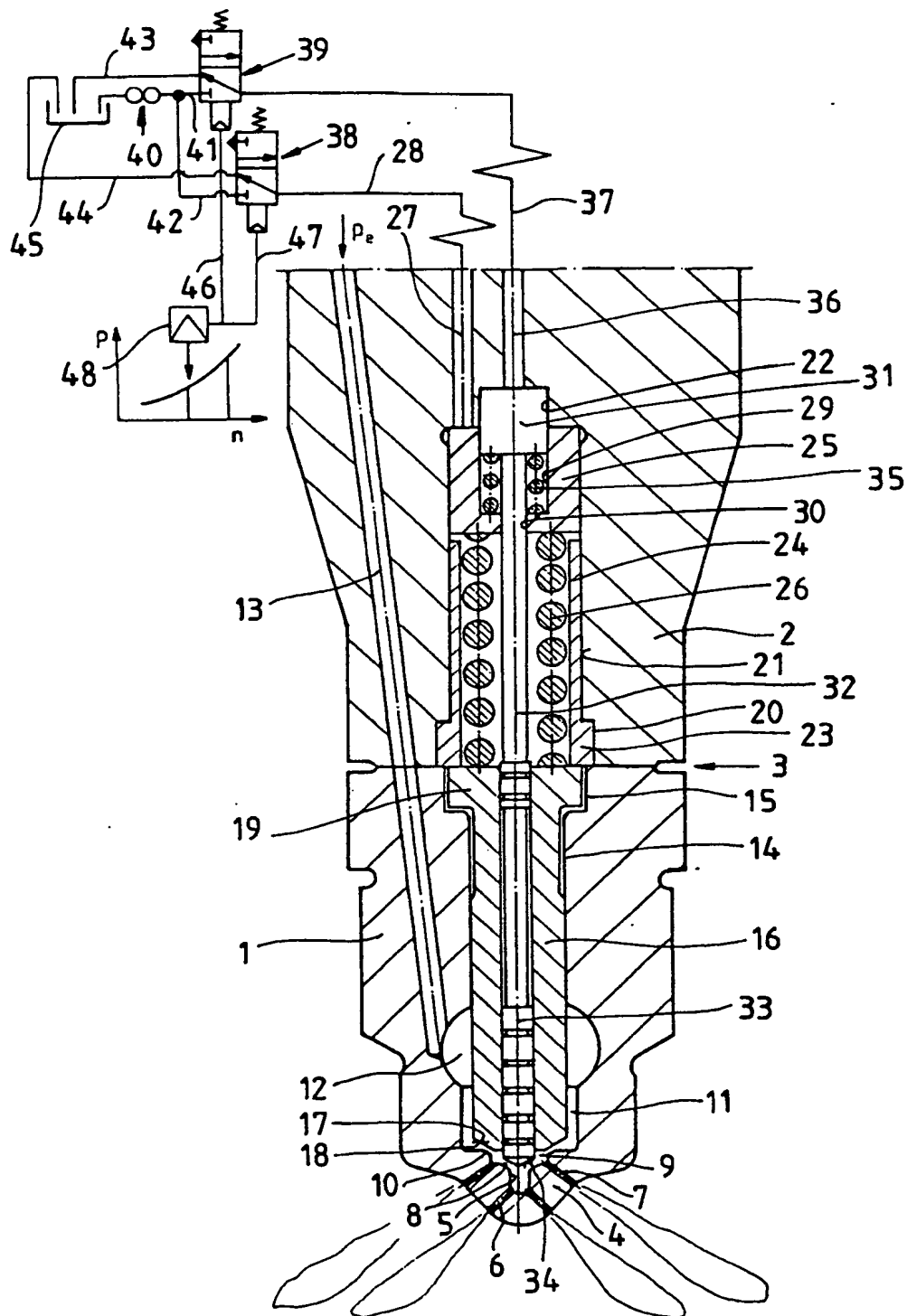


Fig. 2



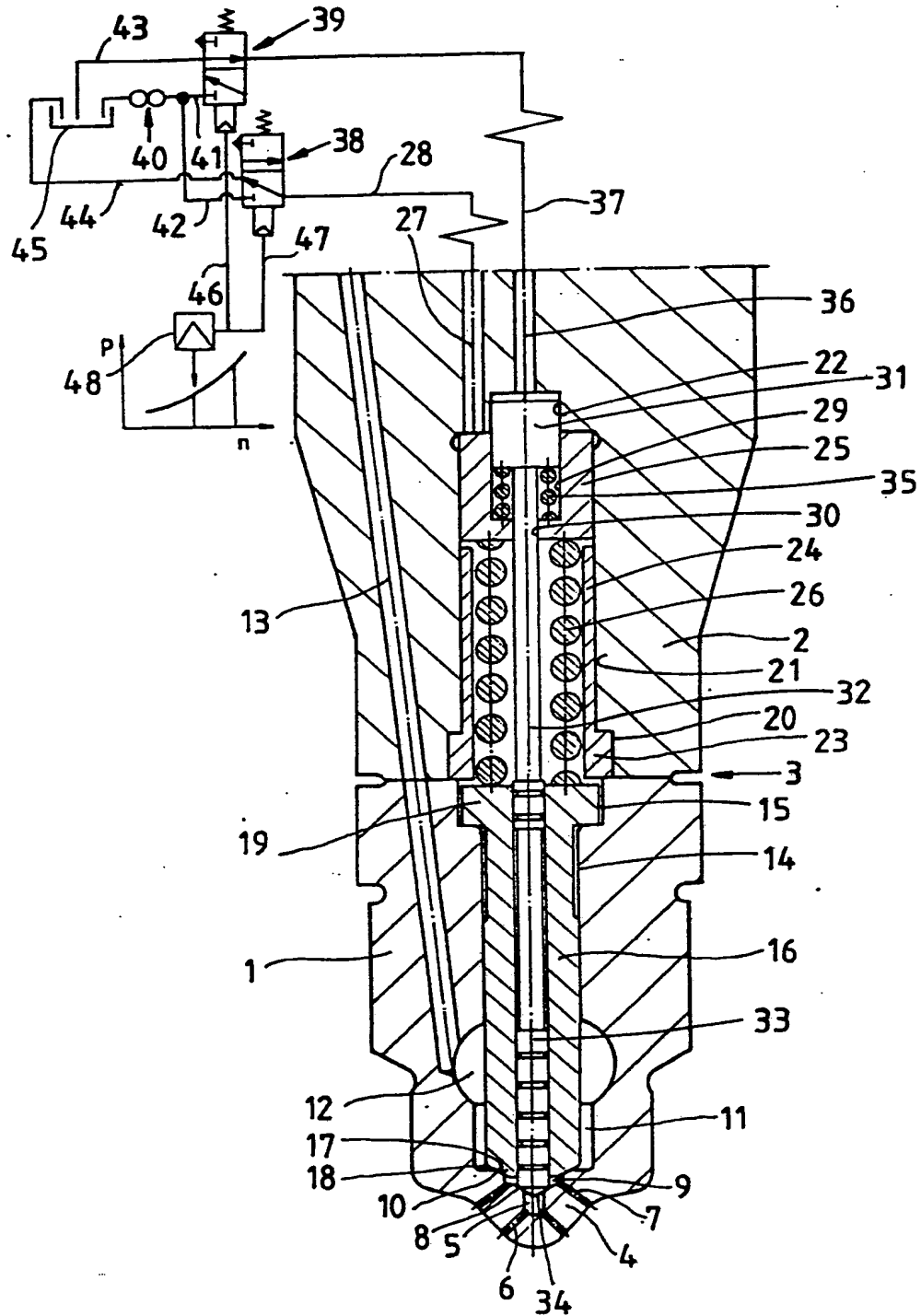


Fig. 3

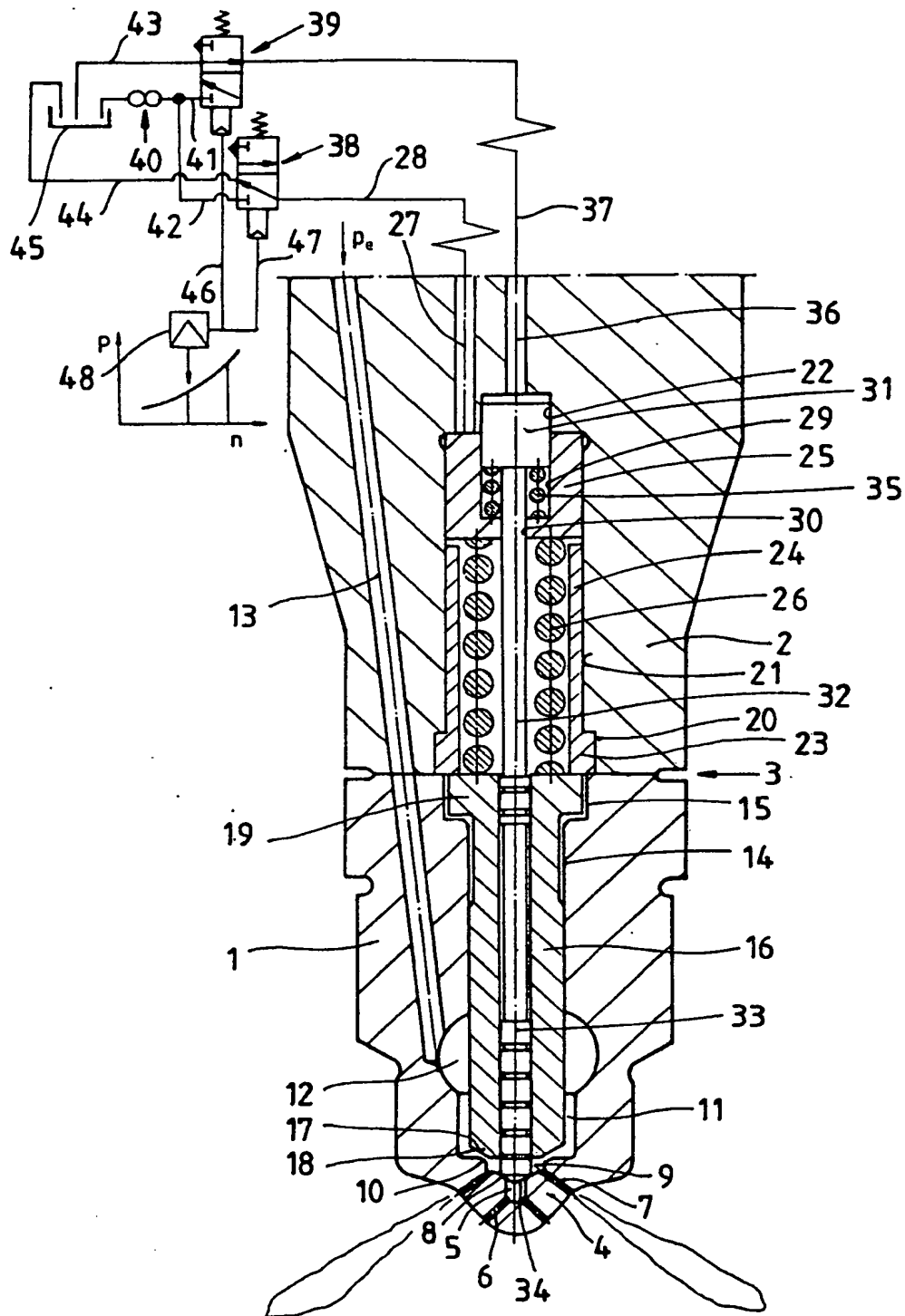


Fig. 4

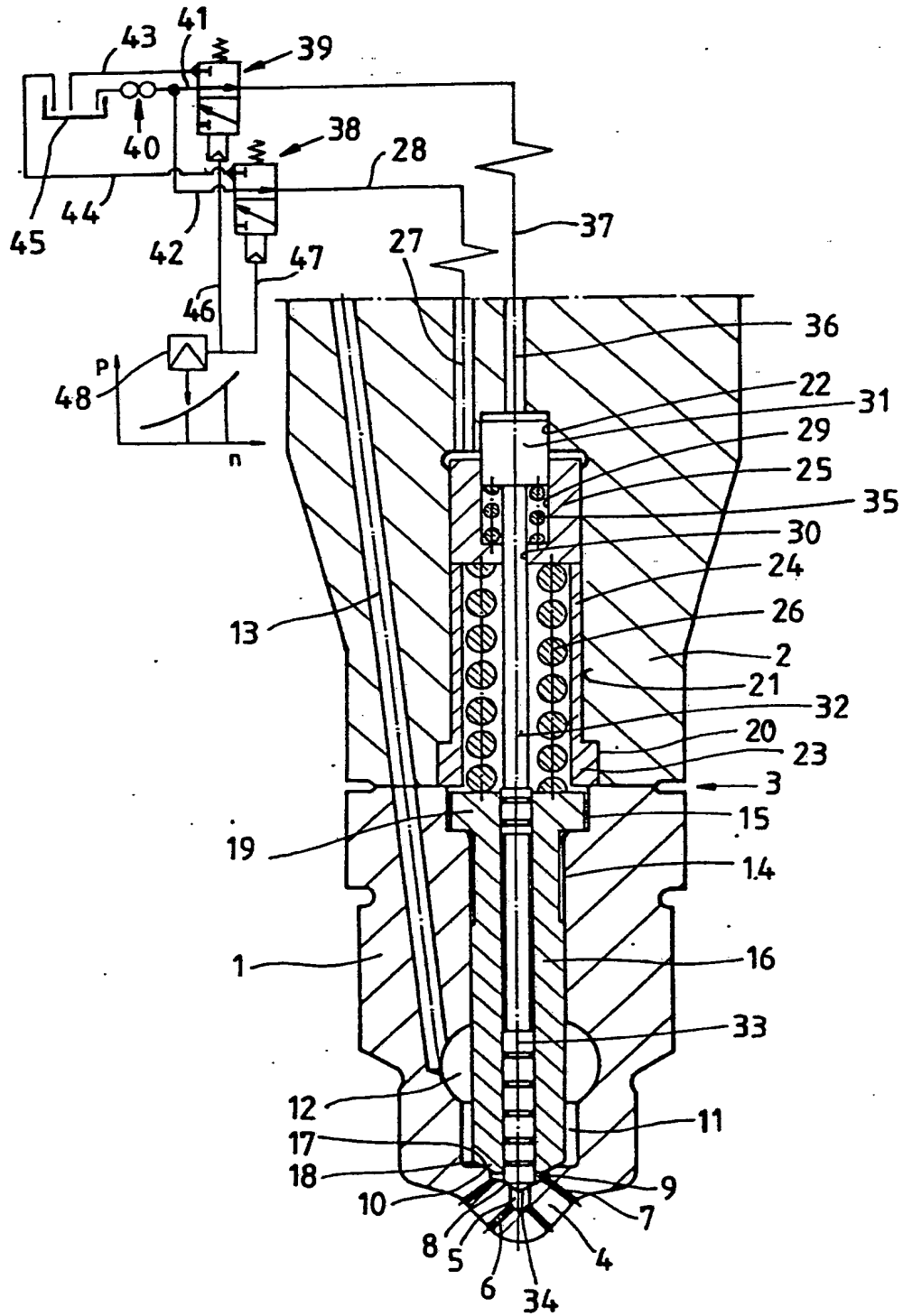


Fig. 5

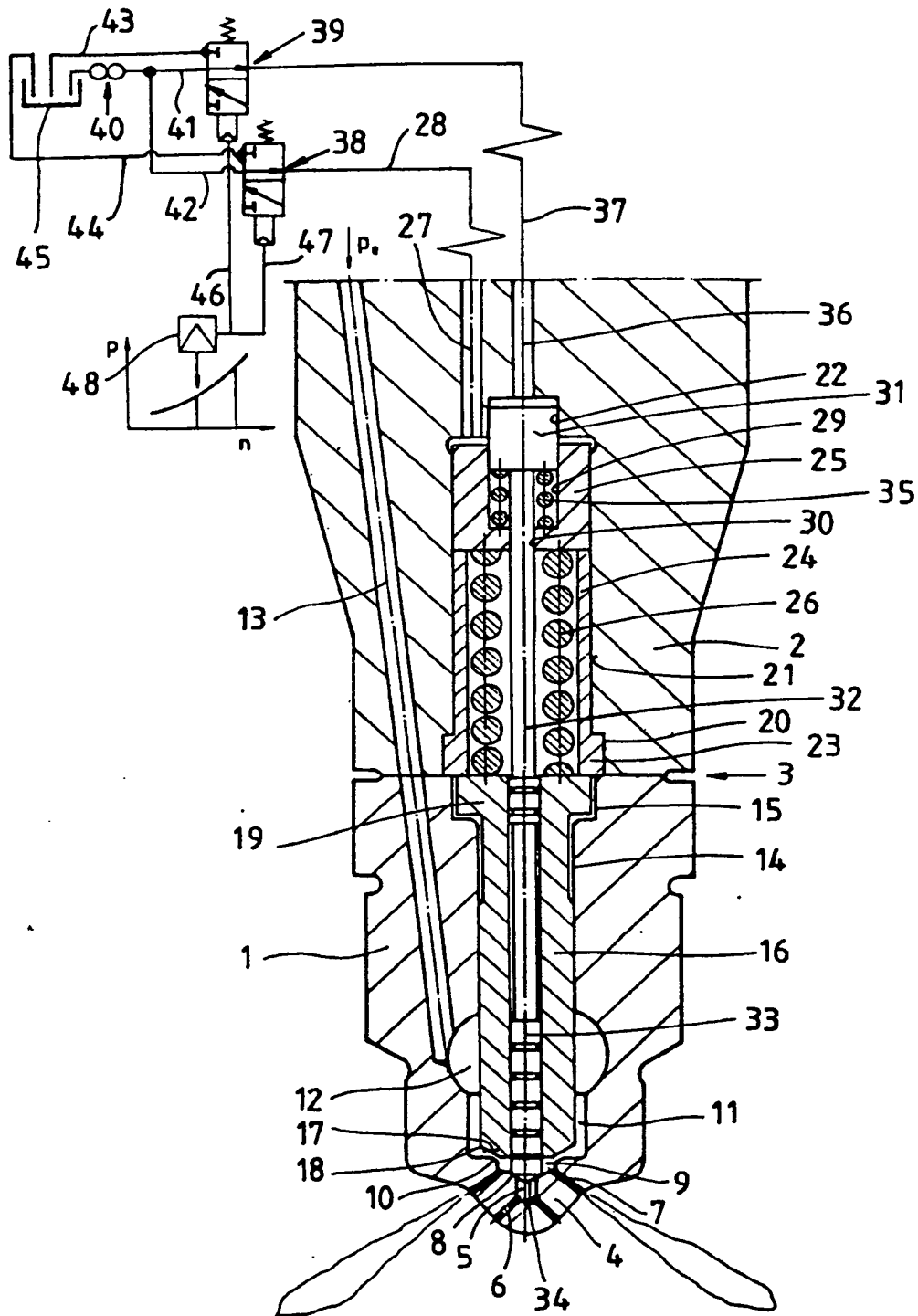


Fig. 6

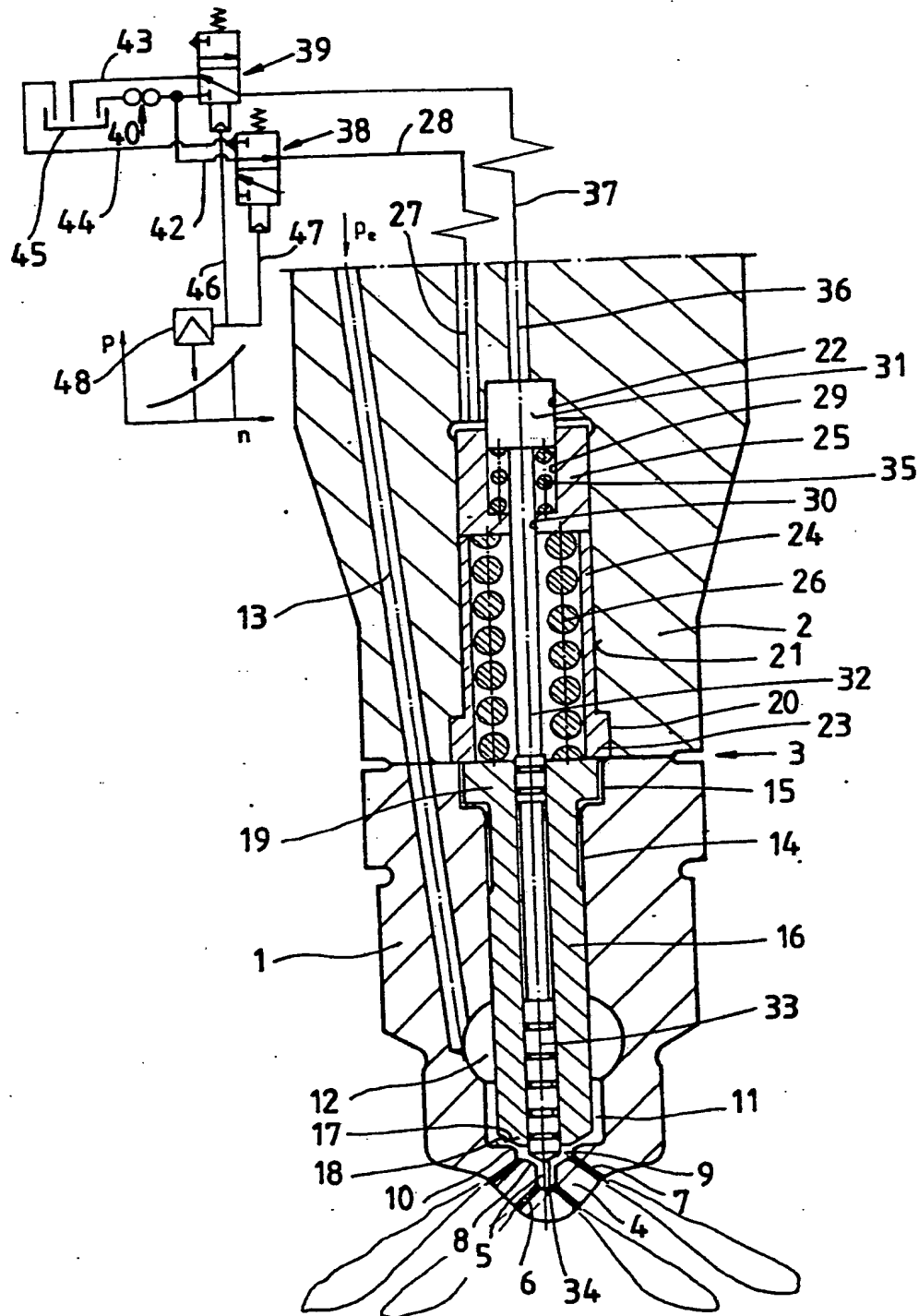


Fig. 7

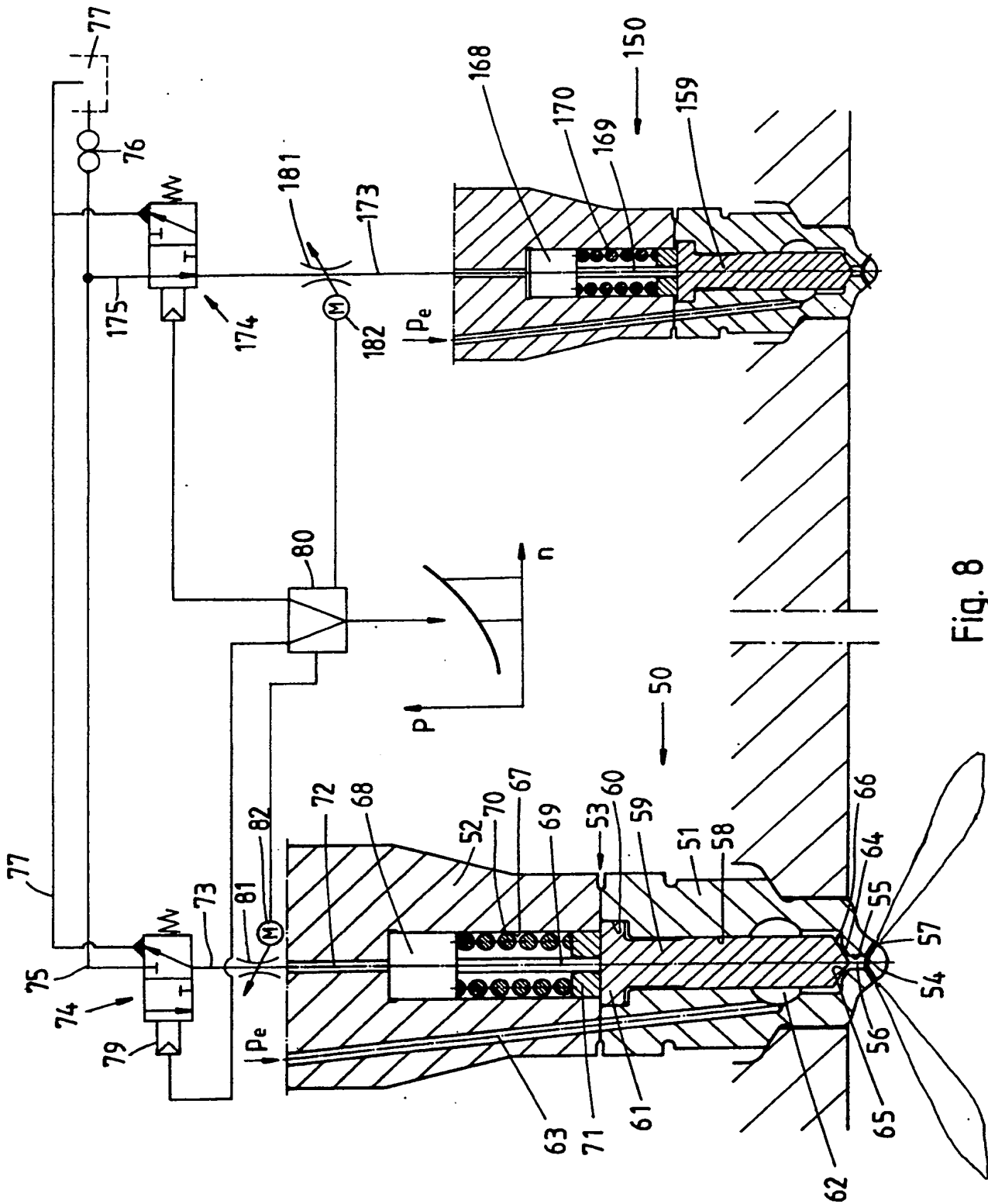
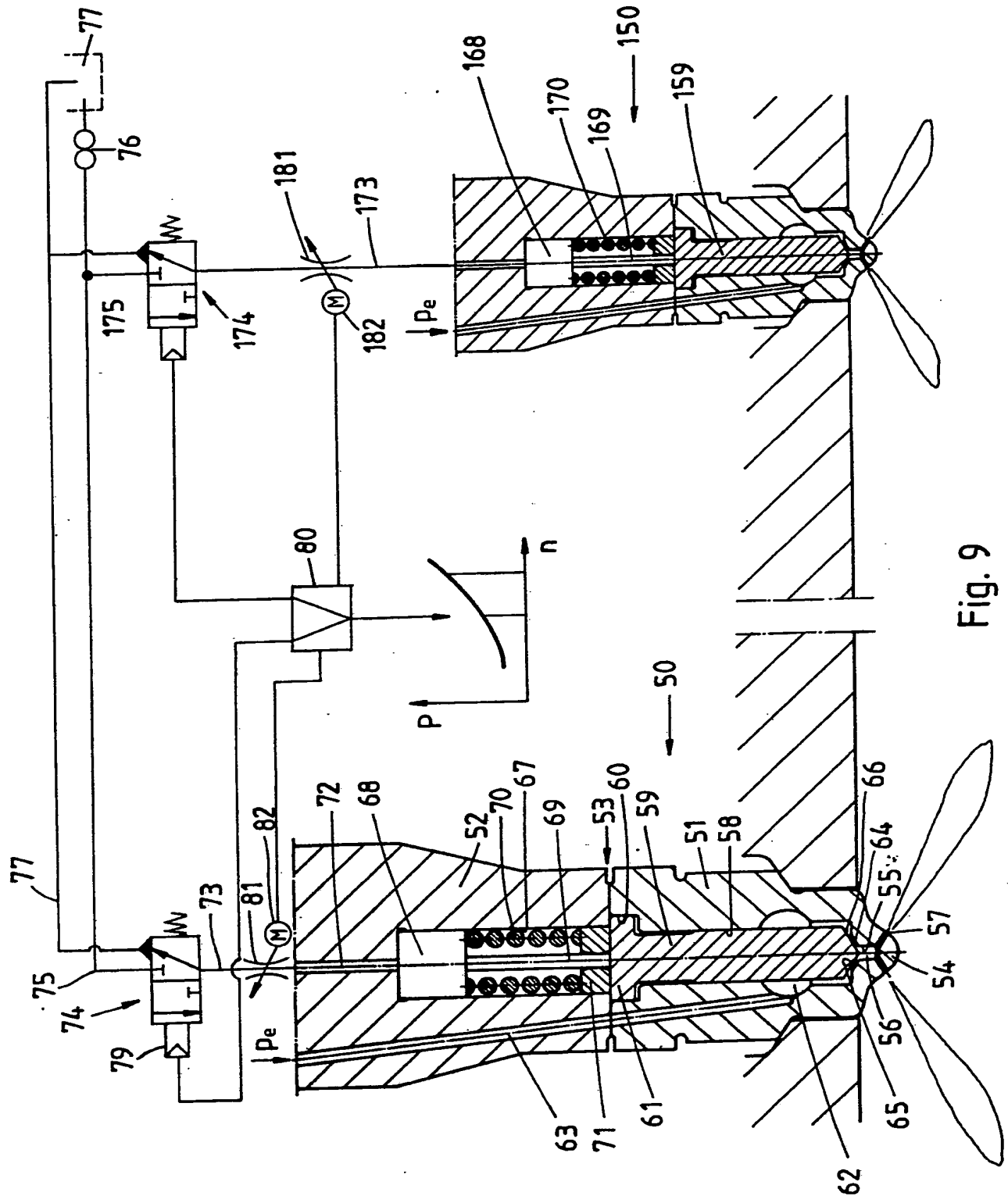
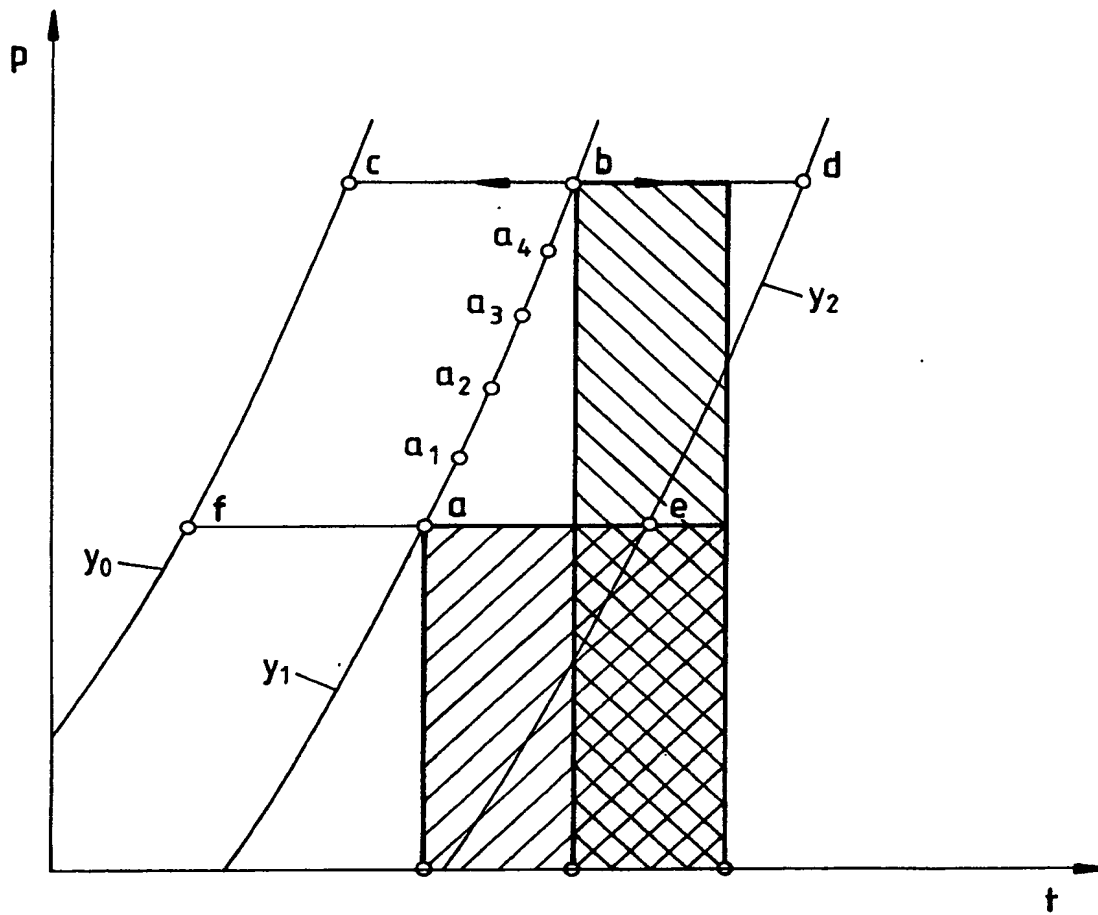


Fig. 8





Druckdiagramm

Fig. 10



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**